

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-178181

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I.

H 0 1 L 29/84

H 0 1 L 29/84

B

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

G 0 1 L 1/14

G 0 1 L 1/14

A

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

15/125

15/125

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平8-337117

(22) 出願日

平成 8 年(1996) 12月17日

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町 1 丁目 5 番 1 号

(72) 発明者 柴谷 博志

埼玉県大宮市北袋町 1 丁目 297 番地 三菱

マテリアル株式会社総合研究所内

(72) 発明者 村石 賢介

埼玉県大宮市北袋町 1 丁目 297 番地 三菱

マテリアル株式会社総合研究所内

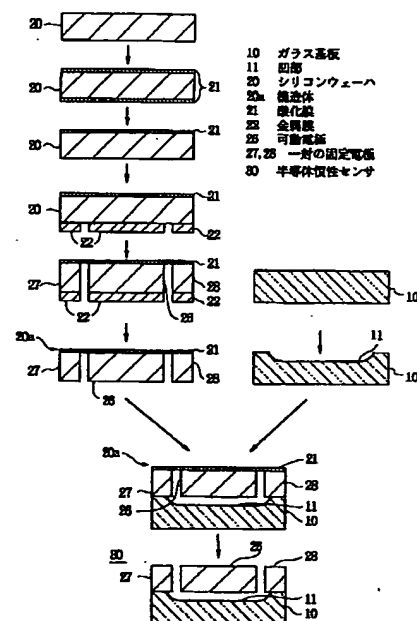
(74) 代理人 弁理士 須田 正義

(54) 【発明の名称】 半導体慣性センサの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ウェーハの貼り合わせやレーザ加工が不要で大量生産に適する、低コストの半導体慣性センサを得る。また寄生容量が低く、高感度で高精度な半導体慣性センサを得る。

【解決手段】 凹部 11 が形成されたガラス基板 10 に、酸化膜又は窒化シリコン膜 21 上に単結晶シリコンからなる可動電極 26 と固定電極 27、28 が形成された構造体 20 a を可動電極 26 が凹部 11 に対向するように接合した後、膜 21 をエッチング除去することにより半導体慣性センサ 30 を得る。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラス基板(10)に凹部(11)を形成する工程と、

シリコンウェーハ(20)の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜(21)を形成する工程と、

前記シリコンウェーハ(20)の前記膜(21)のない別の片面から、前記膜(21)をエッチストップ層としてエッチングすることにより、前記膜(21)上に単結晶シリコンからなる可動電極(26)と前記可動電極(26)の両側に単結晶シリコンからなる一対の固定電極(27,28)を形成する工程と、

前記膜(21)上に前記可動電極(26)と一対の固定電極(27,28)が形成された構造体(20a)を前記可動電極(26)が前記凹部(11)に対向するように前記ガラス基板(10)に接合する工程と、

前記膜(21)をエッチングして除去することにより前記一対の固定電極(27,28)に挟まれて設けられた可動電極(26)を有する半導体慣性センサ(30)を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法。

【請求項2】 ガラス基板(10)に凹部(11)を形成する工程と、

前記ガラス基板(10)の凹部(11)の底面に検出電極(12)を形成する工程と、

シリコンウェーハ(20)の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜(21)を形成する工程と、

前記シリコンウェーハ(20)の前記膜(21)のない別の片面から、前記膜(21)をエッチストップ層としてエッチングすることにより、前記膜(21)上に単結晶シリコンからなる可動電極(26)を形成する工程と、

前記膜(21)上に前記可動電極(26)が形成された構造体(20a)を前記可動電極(26)が前記検出電極(12)に対向するように前記ガラス基板(10)に接合する工程と、

前記膜(21)をエッチングして除去することにより検出電極(12)に対向して設けられた可動電極(26)を有する半導体慣性センサ(40)を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法。

【請求項3】 ガラス基板(10)に凹部(11)を形成する工程と、

前記ガラス基板(10)の凹部(11)の底面に検出電極(12)を形成する工程と、

シリコンウェーハ(20)の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜(21)を形成する工程と、

前記シリコンウェーハ(20)の前記膜(21)のない別の片面から、前記膜(21)をエッチストップ層としてエッチングすることにより、前記膜(21)上に単結晶シリコンからなる可動電極(26)と前記可動電極(26)の両側に単結晶シリコンからなる一対の固定電極(27,28)を形成する工程と、

前記膜(21)上に前記可動電極(26)と一対の固定電極(27,28)が形成された構造体(20a)を前記可動電極(26)が前記

検出電極(12)に対向するように前記ガラス基板(10)に接合する工程と、

前記膜(21)をエッチングして除去することにより前記一対の固定電極(27,28)に挟まれて設けられた可動電極(26)を有する半導体慣性センサ(50)を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法。

【請求項4】 シリコンウェーハ(20)の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜(21)を形成する工程と、

10 前記シリコンウェーハ(20)の前記膜(21)のない別の片面の所定の部分をエッチングして凹部(20b)を形成する工程と、

前記膜(21)をエッチストップ層として前記凹部(20b)を有するシリコンウェーハ(20)をエッチングすることにより前記膜(21)上に前記凹部(20b)に位置する単結晶シリコンからなる可動電極(26)と前記可動電極(26)の両側に単結晶シリコンからなる一対の固定電極(27,28)を形成する工程と、

20 前記可動電極(26)と一対の固定電極(27,28)が形成された構造体(20a)をガラス基板(10)に接合する工程と、

前記膜(21)をエッチングして除去することにより前記一対の固定電極(27,28)に挟まれて設けられた可動電極(26)を有する半導体慣性センサ(60)を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法。

【請求項5】 ガラス基板(10)上に検出電極(12)を形成する工程と、

シリコンウェーハ(20)の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜(21)を形成する工程と、

30 前記シリコンウェーハ(20)の前記膜(21)のない別の片面の所定の部分をエッチングして凹部(20b)を形成する工程と、

前記膜(21)をエッチストップ層として前記凹部(20b)を有するシリコンウェーハ(20)をエッチングすることにより前記膜(21)上に前記凹部(20b)に位置する単結晶シリコンからなる可動電極(26)を形成する工程と、

前記可動電極(26)が形成された構造体(20a)を前記可動電極(26)が前記検出電極(12)に対向するように前記ガラス基板(10)に接合する工程と、

40 前記膜(21)をエッチングして除去することにより検出電極(12)に対向して設けられた可動電極(26)を有する半導体慣性センサ(70)を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法。

【請求項6】 ガラス基板(10)上に検出電極(12)を形成する工程と、

シリコンウェーハ(20)の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜(21)を形成する工程と、

前記シリコンウェーハ(20)の前記膜(21)のない別の片面の所定の部分をエッチングして凹部(20b)を形成する工程と、

50 前記膜(21)をエッチストップ層として前記凹部(20b)を

有するシリコンウェーハ(20)をエッチングすることにより前記膜(21)上に前記凹部(20b)に位置する単結晶シリコンからなる可動電極(26)と前記可動電極(26)の両側に単結晶シリコンからなる一対の固定電極(27,28)を形成する工程と、

前記可動電極(26)と一対の固定電極(27,28)が形成された構造体(20a)を前記可動電極(26)が前記検出電極(12)に対向するように前記ガラス基板(10)に接合する工程と、

前記膜(21)をエッチングして除去することにより前記一対の固定電極(27,28)に挟まれて設けられた可動電極(26)を有する半導体慣性センサ(80)を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静電容量型の加速度センサ、角速度センサ等に適する半導体慣性センサの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の半導体慣性センサとして、①ガラス基板と単結晶シリコンの構造からなる共振角速度センサが提案されている(M. Hashimoto et al., "Silicon Resonant Angular Rate Sensor", Technica 1 Digest of the 12th Sensor Symposium, pp.163-166 (1994))。このセンサは両側をトーションバーで浮動するようにした音叉構造の可動電極を有する。この可動電極は電磁駆動によって励振されている。角速度が作用すると可動電極にコリオリ力が生じて、可動電極がトーションバーの回りに振り振動をを起こして共振する。センサはこの可動電極の共振による可動電極と検出電極との間の静電容量の変化により作用した角速度を検出する。このセンサを作製する場合には、厚さ200 $\mu$ m程度の結晶方位が(110)の単結晶シリコン基板を基板表面に対して垂直にエッチングして可動電極部分などの構造を作製する。この比較的厚いシリコン基板を垂直にエッチングするためにはSF<sub>6</sub>ガスによる異方性ドライエッチングを行うか、或いはトーションバーの可動電極部分への付け根の隅部にYAGレーザで孔あけを行った後に、KOHなどでウェットエッチングを行っている。エッチング加工を行ったシリコン基板は陽極接合によりガラス基板と一体化される。

【0003】また別の半導体慣性センサとして、②シリコン基板上にエッチングで犠牲層をパターン化した後、除去することにより可動電極としてのポリシリコン振動子を形成したマイクロジャイロ(K. Tanaka et al., "A micromachined vibrating gyroscope", Sensors and Actuators A 50, pp.111-115 (1995))が開示されている。このマイクロジャイロは、いわゆる表面マイクロマシニング技術を用いた構造となっている。具体的には、シリコン基板に不純物拡散によって検出電極を形成し、

その上に犠牲層となるリン酸ガラス膜を成膜してパターニングした後、ポリシリコンを成膜し、更に垂直エッチング等の加工を行って構造体を形成する。最後に犠牲層をエッチングにより除去することにより、可動電極部分を切り離して検出電極に対してギャップを作り出し可動電極を浮動状態にする。

【0004】また別の半導体慣性センサとして、③ガラス基板と単結晶シリコンの構造からなる振動型半導体素子の製造方法が開示されている(特開平7-283420)。この製造方法では、エッチストップ層を介して貼り合わせた2枚のウェーハのうちの1枚のウェーハに可動電極部分及び固定電極部分の加工を行い、この加工を行ったウェーハを接合面として貼り合わせウェーハをガラス基板に陽極接合した後、加工を行っていない側のウェーハを除去し、続いてエッチストップ層を除去している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記①～③の従来のセンサの製造技術には、次の欠点があった。

①の共振角速度センサの製造方法では、ガラス基板に対して浮動する構造になるべきシリコン能動部が陽極接合時に静電引力によりガラス基板に貼り付いて可動電極にならないことがあった。この貼り付き(sticking)を防ぐために可動電極と検出電極とを短絡して静電力が働かない状態で陽極接合した後に、レーザを用いて短絡していた電極間を切り離していた。また島状の固定電極を形成するためにガラス基板に接合した後、レーザアシストエッチングを行う必要があった。これらのレーザ加工は極めて複雑であって、センサを量産しようとする場合には不適切であった。

②のマイクロジャイロは、シリコンウェーハを基板とするため、センサの寄生容量が大きく、感度や精度を高くすることが困難であった。

③の振動型半導体素子の製造方法では、シリコンウェーハの貼り合わせなどの手間のかかる工程を必要とした。

【0006】本発明の目的は、ウェーハの貼り合わせやレーザ加工が不要で大量生産に適する、低コストの半導体慣性センサの製造方法を提供することにある。本発明の別の目的は、寄生容量が低く、高感度で高精度の半導体慣性センサの製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る発明は、図1に示すように、ガラス基板10に凹部11を形成する工程と、シリコンウェーハ20の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜21を形成する工程と、シリコンウェーハ20の膜21のない別の片面から、膜21をエッチストップ層としてエッチングすることにより、膜21上に単結晶シリコンからなる可動電極26と可動電極26の両側に単結晶シリコンからなる一対の固定電極27、28を形成する工程と、膜21上に可動電

極26と一对の固定電極27、28が形成された構造体20aを可動電極26が凹部11に対向するようにガラス基板10に接合する工程と、膜21をエッチングして除去することにより一对の固定電極27、28に挟まれて設けられた可動電極26を有する半導体慣性センサ30を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法である。

【0008】請求項2に係る発明は、図4に示すように、ガラス基板10に凹部11を形成する工程と、ガラス基板10の凹部11の底面に検出電極12を形成する工程と、シリコンウェーハ20の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜21を形成する工程と、シリコンウェーハ20の膜21のない別の片面から、膜21をエッチストップ層としてエッチングすることにより、膜21上に単結晶シリコンからなる可動電極26を形成する工程と、膜21上に可動電極26が形成された構造体20aを可動電極26が検出電極12に対向するようにガラス基板10に接合する工程と、膜21をエッチングして除去することにより検出電極12に対向して設けられた可動電極26を有する半導体慣性センサ40を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法である。

【0009】請求項3に係る発明は、図5に示すように、ガラス基板10に凹部11を形成する工程と、ガラス基板10の凹部11の底面に検出電極12を形成する工程と、シリコンウェーハ20の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜21を形成する工程と、シリコンウェーハ20の前記膜21のない別の片面から、膜21をエッチストップ層としてエッチングすることにより、膜21上に単結晶シリコンからなる可動電極26と可動電極26の両側に単結晶シリコンからなる一对の固定電極27、28を形成する工程と、膜21上に可動電極26と一对の固定電極27、28が形成された構造体20aを可動電極26が検出電極12に対向するようにガラス基板10に接合する工程と、膜21をエッチングして除去することにより一对の固定電極27、28に挟まれて設けられた可動電極26を有する半導体慣性センサ50を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法である。

【0010】請求項4に係る発明は、図7に示すように、シリコンウェーハ20の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜21を形成する工程と、シリコンウェーハ20の膜21のない別の片面の所定の部分をエッチングして凹部20bを形成する工程と、膜21をエッチストップ層として凹部20bを有するシリコンウェーハ20をエッチングすることにより膜21上に凹部20bに位置する単結晶シリコンからなる可動電極26と可動電極26の両側に単結晶シリコンからなる一对の固定電極27、28を形成する工程と、可動電極26と一对の固定電極27、28が形成された構造体20aをガラス基板10に接合する工程と、膜21をエッチングし

て除去することにより一对の固定電極27、28に挟まれて設けられた可動電極26を有する半導体慣性センサ60を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法である。

【0011】請求項5に係る発明は、図8に示すように、ガラス基板10上に検出電極12を形成する工程と、シリコンウェーハ20の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜21を形成する工程と、シリコンウェーハ20の膜21のない別の片面の所定の部分をエッチングして凹部20bを形成する工程と、膜21をエッチストップ層として凹部20bを有するシリコンウェーハ20をエッチングすることにより膜21上に凹部20bに位置する単結晶シリコンからなる可動電極26を形成する工程と、可動電極26が形成された構造体20aを可動電極26が検出電極12に対向するようにガラス基板10に接合する工程と、膜21をエッチングして除去することにより検出電極12に対向して設けられた可動電極26を有する半導体慣性センサ70を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法である。

【0012】請求項6に係る発明は、図9に示すように、ガラス基板10上に検出電極12を形成する工程と、シリコンウェーハ20の片面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な膜21を形成する工程と、シリコンウェーハ20の膜21のない別の片面の所定の部分をエッチングして凹部20bを形成する工程と、膜21をエッチストップ層として凹部20bを有するシリコンウェーハ20をエッチングすることにより膜21上に凹部20bに位置する単結晶シリコンからなる可動電極26と可動電極26の両側に単結晶シリコンからなる一对の固定電極27、28を形成する工程と、可動電極26と一对の固定電極27、28が形成された構造体20aを可動電極26が検出電極12に対向するようにガラス基板10に接合する工程と、膜21をエッチングして除去することにより一对の固定電極27、28に挟まれて設けられた可動電極26を有する半導体慣性センサ80を得る工程とを含む半導体慣性センサの製造方法である。

【0013】この請求項1ないし6に係る製造方法では、ウェーハの貼り合わせやレーザ加工が不要で大量生産に適するため、低コストで半導体慣性センサを製造できる。また基板にガラス基板を用いるので、センサは寄生容量が低い。このため高感度で高精度な半導体慣性センサが作られる。

【0014】なお、本明細書で、「シリコンを浸食せずにエッチング可能な膜」とは、当該膜をエッチング除去する際にシリコンが浸食されないエッチャントを選ぶことができる膜であることを意味する。また、この膜をエッチストップ層として利用する際には、前記エッチャントとは異なるエッチャントによって、シリコンのみをエッチングすることが可能である。このような性質の膜としては酸化膜や窒化膜等が挙げられる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基  
いて詳しく説明する。図1及び図2に示すように、本発  
明の第1実施形態の半導体慣性センサ30は加速度セン  
サであって、ガラス基板10上に固着された固定電極2  
7及び28の間に可動電極26を有する。可動電極2  
6、固定電極27及び28は、それぞれ単結晶シリコン  
からなり、電極26と電極27及び電極26と電極28  
の互いに対向する部分が櫛状に形成される。可動電極2  
6はガラス基板10に形成された凹部11の上方に位置  
し、ビーム31、31によりその両端が支持され、ガラ  
ス基板10に対して浮動になっている。ビーム31の基  
端部31aは基板10上に固着される。図示しないが、  
ビーム基端部31a、固定電極27及び28には個別に  
電気配線がなされる。この半導体慣性センサ30では、  
可動電極26に対して、図の矢印で示すようにビーム基  
端部31aと31aを結ぶ線に直交する水平方向の加速  
度が作用すると、可動電極26はビーム31、31を支  
軸として振動する。可動電極26と固定電極27及び2  
8の間の間隔が広がったり、狭まったりすると、可動電  
極26と固定電極27及び28の間の静電容量が変化する。  
この静電容量の変化から作用した加速度が求められ  
る。

【0016】次に、本発明の第1実施形態の半導体慣性  
センサ30の製造方法について述べる。図1に示すよう  
に、先ずガラス基板10にフッ酸などのエッチャントで  
エッチングして凹部11を形成する。一方、シリコンウ  
ェーハ20の両面にシリコンを浸食せずにエッチング可  
能な酸化膜21を形成する。この膜21としては、ウェ  
ーハを熱酸化することにより形成される酸化膜の他、化  
学気相成長(CVD)法で $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Cl}_2$ 又は $\text{SiH}_4$ と  
 $\text{NH}_3$ ガスを用いて形成される窒化シリコン膜などが挙  
げられる。ウェーハ両面に酸化膜21、21を形成した  
後、一方の表面の膜21をフッ酸でエッチング除去す  
る。このシリコンウェーハ20の酸化膜21のない別の  
片面にスパッタリングによりニッケル(Ni)膜22を  
形成し、パターニングした後、 $\text{SF}_6$ ガスによる低温で  
の異方性ドライエッチングを行う。

【0017】これにより膜21をエッチストップ層とし  
てシリコンウェーハ20がエッチングされ、膜21上に  
単結晶シリコンからなる可動電極26とこの可動電極2  
6の両側に僅かに間隙をあけて単結晶シリコンからなる  
一対の固定電極27、28が形成される。ニッケル膜2  
2を除去した後、可動電極26と一対の固定電極27、  
28が形成された構造体20aを可動電極26が凹部1  
1に対向するようにガラス基板10に陽極接合する。そ  
の後、フッ酸などのエッチャントにより膜21を除去す  
る。これにより可動電極26が一対の固定電極27、2  
8に挟まれて凹部11の上方に浮動に形成された半導体  
慣性センサ30が得られる。

【0018】図3及び図4は第2実施形態の半導体慣性  
センサ40を示す。この半導体慣性センサ40は加速度  
センサであって、ガラス基板10上に固着された枠体2  
9の間に可動電極26を有する。可動電極26、枠体2  
9は、それぞれ単結晶シリコンからなり、可動電極26  
は窓枠状の枠体29に間隔をあけて収容される。可動電  
極26はガラス基板10に形成された凹部11の上方に  
位置し、ビーム31、31によりその両端が支持され、  
ガラス基板10に対して浮動になっている。ビーム31  
の基端部31aは枠体29の凹み29aに位置しかつ基  
板10上に固着される。この凹部11の底面には凹部の  
深さより小さい厚さの検出電極12が形成される。図示  
しないが、ビーム基端部31a及び検出電極12には個  
別に電気配線がなされる。この半導体慣性センサ40で  
は、可動電極26に対して、図の矢印で示すようにビ  
ーム基端部31aと31aを結ぶ線に直交する鉛直方向の  
加速度が作用すると、可動電極26はビーム31、31  
を支軸として振動する。可動電極26と検出電極12の  
間の間隔が広がったり、狭まったりすると、可動電極2  
6と検出電極12の間の静電容量が変化する。この静電  
容量の変化から作用した加速度が求められる。

【0019】次に、本発明の第2実施形態の半導体慣性  
センサ40の製造方法について述べる。図4に示すよう  
に、先ずガラス基板10にフッ酸などのエッチャントで  
エッチングして凹部11を形成し、この凹部11の底面  
にスパッタリング、真空蒸着などによりAu、Pt、C  
uなどから選ばれた金属の薄膜からなる検出電極12を  
形成する。一方、シリコンウェーハ20の両面にシリコ  
ンを浸食せずにエッチング可能な酸化膜21を形成す  
る。ウェーハ両面に酸化膜21、21を形成した後、一  
方の表面の膜21をフッ酸でエッチング除去する。この  
シリコンウェーハ20の酸化膜21のない別の片面にス  
パッタリングによりニッケル(Ni)膜22を形成し、  
パターニングした後、 $\text{SF}_6$ ガスによる低温での異方性  
ドライエッチングを行う。

【0020】これにより膜21をエッチストップ層とし  
てシリコンウェーハ20がエッチングされ、膜21上に  
単結晶シリコンからなる可動電極26とこの可動電極2  
6の両側に単結晶シリコンからなる枠体29が形成され  
る。ニッケル膜22を除去した後、可動電極26と枠体  
29が形成された構造体20aを可動電極26が検出電  
極12に対向するようにガラス基板10に陽極接合す  
る。その後、フッ酸などのエッチャントにより膜21を  
除去する。これにより可動電極26が枠体29に挟まれ  
て検出電極12の上方に浮動に形成された半導体慣性  
センサ40が得られる。

【0021】図5及び図6は第3実施形態の半導体慣性  
センサ50を示す。この半導体慣性センサ50は角速度  
センサであって、ガラス基板10上に固着された固定電  
極27及び28の間に音叉構造の一対の可動電極26、

26を有する。可動電極26、固定電極27及び28は、それぞれ単結晶シリコンからなり、電極26と電極27及び電極26と電極28の互に対向する部分が櫛状に形成される。可動電極26、26はガラス基板10に形成された凹部11の上方に位置し、コ字状のビーム31、31によりその両端が支持され、ガラス基板10に対して浮動になっている。ビーム31の基端部31aは基板10上に固着される。この凹部11の底面には凹部の深さより小さい厚さの検出電極12が形成される。図示しないが、ビーム基端部31a、固定電極27及び28、検出電極12には個別に電気配線がなされ、固定電極27及び28に交流電圧を印加し、静電力により可動電極を励振するようになっている。この半導体慣性センサ50では、可動電極26、26に対してビーム基端部31aと31aを結ぶ線を中心として角速度が作用すると、可動電極26、26にコリオリ力が生じてこの中心線の回りに振り振動を起して共振する。この共振時の可動電極26と検出電極12との間の静電容量の変化により作用した角速度が検出される。

【0022】次に、本発明の第3実施形態の半導体慣性センサ50の製造方法について述べる。図5に示すように、先ずガラス基板10にフッ酸などのエッチャントでエッチングして凹部11を形成し、この凹部11の底面にスパッタリング、真空蒸着などによりAu、Pt、Cuなどから選ばれた金属の薄膜からなる検出電極12を形成する。一方、シリコンウェーハ20の両面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な酸化膜21を形成する。ウェーハ両面に酸化膜21、21を形成した後、一方の表面の膜21をフッ酸でエッチング除去する。このシリコンウェーハ20の酸化膜21のない別の片面にスパッタリングによりニッケル(Ni)膜22を形成し、バターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での異方性ドライエッチングを行う。

【0023】これにより膜21をエッチストップ層としてシリコンウェーハ20がエッチングされ、膜21上に単結晶シリコンからなる可動電極26とこの可動電極26の両側に僅かに間隙をあけて単結晶シリコンからなる一対の固定電極27、28が形成される。ニッケル膜22を除去した後、可動電極26と一対の固定電極27、28が形成された構造体20aを可動電極26が検出電極12に対向するようにガラス基板10に陽極接合する。その後、フッ酸などのエッチャントにより膜21を除去する。これにより凹部11の上方に検出電極12に対向しかつ一対の固定電極27、28に挟まれて設けられた可動電極26を有する半導体慣性センサ50が得られる。図7は第4実施形態の半導体慣性センサ60を示す。この半導体慣性センサは加速度センサであって、第1実施形態の半導体慣性センサ30と同様に、ガラス基板10上に固着された固定電極27及び28の間に可動電極26を有する。第1実施形態のセンサ30との相違

点は、ガラス基板10に凹部11がなく、可動電極26が固定電極27及び28より薄く形成されたところにある。可動電極26が固定電極27及び28より薄いため、可動電極26と平坦なガラス基板10との間にギャップが形成される。図7では示していないが、一対の固定電極27及び28のそれぞれの櫛歯の部分は可動電極26と同じ厚さを有する。このセンサ60の動作及びその他の構成は第1実施形態の半導体慣性センサ30と同じである。

【0024】次に、本発明の第4実施形態の半導体慣性センサ60の製造方法について述べる。図7に示すように、シリコンウェーハ20の両面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な酸化膜21を形成する。ウェーハ両面に酸化膜21、21を形成した後、一方の表面の膜21をバターニングし、KOHにより所定時間ウェットエッチングを行う。これによりシリコンウェーハ20の所定の部分に凹部20bが形成される。凹部20bを形成した側の酸化膜21を除去し、この凹部20bが形成されたシリコンウェーハ20の表面にスパッタリング等によりNi膜23を形成し、バターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での異方性ドライエッチングを行う。

【0025】これにより膜21をエッチストップ層としてシリコンウェーハ20がエッチングされ、膜21上に凹部20bに位置する単結晶シリコンからなる可動電極26とこの可動電極26の両側に僅かに間隙をあけて単結晶シリコンからなる一対の固定電極27、28が形成される。Ni膜23を除去した後、可動電極26と一対の固定電極27、28が形成された構造体20aをガラス基板10に陽極接合する。これ以降、第1実施形態の製造方法と同様に行い、可動電極26が一対の固定電極27、28に挟まれてガラス基板10の上方に浮動に形成された半導体慣性センサ60が得られる。

【0026】図8は第5実施形態の半導体慣性センサ70を示す。この半導体慣性センサ70は加速度センサであって、第2実施形態の半導体慣性センサ40と同様に、ガラス基板10上に固着された枠体29の間に可動電極26を有する。第2実施形態のセンサ40との相違点は、ガラス基板10に凹部11がなく、可動電極26と検出電極12の合計厚さが枠体29よりも薄くなるように、可動電極26が薄く形成されたところにある。このように構成することにより可動電極26と検出電極12との間にギャップが形成される。このセンサ70の動作及びその他の構成は第2実施形態の半導体慣性センサ40と同じである。

【0027】次に、本発明の第5実施形態の半導体慣性センサ70の製造方法について述べる。図8に示すように、先ずガラス基板10上にスパッタリング、真空蒸着などによりAu、Pt、Cuなどから選ばれた金属の薄膜からなる検出電極12を形成する。一方、シリコンウェーハ20の両面にシリコンを浸食せずにエッチング可

能な酸化膜21を形成する。ウェーハ両面に酸化膜21, 21を形成した後、一方の表面の膜21をパターニングし、KOHにより所定時間ウェットエッチングを行う。これによりシリコンウェーハ20の所定の部分に凹部20bが形成される。凹部20bを形成した側の酸化膜21を除去し、この凹部20bが形成されたシリコンウェーハ20の表面にスパッタリング等によりNi膜23を形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での異方性ドライエッチングを行う。

【0028】これにより膜21をエッチストップ層としてシリコンウェーハ20がエッチングされ、膜21上に凹部20bに位置する単結晶シリコンからなる可動電極26とこの可動電極26の両側に単結晶シリコンからなる枠体29が形成される。Ni膜23を除去した後、可動電極26と枠体29が形成された構造体20aをガラス基板10に陽極接合する。これ以降、第2実施形態の製造方法と同様に行い、可動電極26が枠体29に挟まれてガラス基板10の上方に浮動に形成された半導体慣性センサ70が得られる。図9は第6実施形態の半導体慣性センサ80を示す。この半導体慣性センサ80は角速度センサであって、第3実施形態の半導体慣性センサ50と同様に、ガラス基板10上に固着された固定電極27及び28の間に音叉構造の一对の可動電極26、26を有する。第3実施形態のセンサ50との相違点は、ガラス基板10に凹部11がなく、可動電極26と検出電極12の合計厚さが固定電極27、28よりも薄くなるように、可動電極26が薄く形成されたところにある。このように構成することにより可動電極26と検出電極12との間にギャップが形成される。図9では示していないが、一对の固定電極27及び28のそれぞれの櫛歯の部分は可動電極26と同じ厚さを有する。このセンサ80の動作及びその他の構成は第3実施形態の半導体慣性センサ50と同じである。

【0029】次に、本発明の第6実施形態の半導体慣性センサ80の製造方法について述べる。図9に示すように、先ずガラス基板10上にスパッタリング、真空蒸着などによりAu、Pt、Cuなどから選ばれた金属の薄膜からなる検出電極12を形成する。一方、シリコンウェーハ20の両面にシリコンを浸食せずにエッチング可能な酸化膜21を形成する。ウェーハ両面に酸化膜21, 21を形成した後、一方の表面の膜21をパターニングし、KOHにより所定時間ウェットエッチングを行う。これによりシリコンウェーハ20の所定の部分に凹部20bが形成される。凹部20bを形成した側の酸化膜21を除去し、この凹部20bが形成されたシリコンウェーハ20の表面にスパッタリング等によりNi膜23を形成し、パターニングした後、SF<sub>6</sub>ガスによる低温での異方性ドライエッチングを行う。

【0030】これにより膜21をエッチストップ層としてシリコンウェーハ20がエッチングされ、膜21上に

凹部20bに位置する単結晶シリコンからなる可動電極26とこの可動電極26の両側に僅かに間隙をあけて単結晶シリコンからなる一对の固定電極27、28が形成される。Ni膜23を除去した後、可動電極26と一对の固定電極27、28が形成された構造体20aをガラス基板10に陽極接合する。これ以降、第3実施形態の製造方法と同様に行い、可動電極26が一对の固定電極27、28に挟まれて検出電極12に対向しかつ上方に浮動に形成された半導体慣性センサ80が得られる。

【0031】

【発明の効果】以上述べたように、従来のウェーハの貼り合わせやレーザ加工による半導体慣性センサの製法と異なり、本発明によればこれらの貼り合わせウェーハやレーザ加工が不要となり、大量生産に適した低コストの半導体慣性センサを製作することができる。可動電極、固定電極又は枠体などの構造体が酸化膜等に支持された状態でガラス基板に接合するため、従来のような貼り付き(sticking)現象を生じず、検出電極やガラス基板に対して所定のギャップで可動電極を設けることができる。

【0032】また基板をシリコン基板でなく、ガラス基板にすることにより、静電容量で検出を行うセンサでは、素子の寄生容量が低下し、高感度で高精度の半導体慣性センサが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図2のA-A線要部に相当する本発明の第1実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

【図2】本発明の第1実施形態の半導体慣性センサの外観斜視図。

【図3】本発明の第2実施形態の半導体慣性センサの外観斜視図。

【図4】図3のB-B線要部に相当する本発明の第2実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

【図5】図6のC-C線要部に相当する本発明の第3実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

【図6】本発明の第3実施形態の半導体慣性センサの外観斜視図。

【図7】本発明の第4実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

【図8】本発明の第5実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

【図9】本発明の第6実施形態の半導体慣性センサ及びその製造工程を示す断面図。

【符号の説明】

10 ガラス基板

11 凹部

12 検出電極

(8)

特開平10-178181

13

14

20 シリコンウェーハ

20a 構造体

21 酸化膜

22 金属膜

26 可動電極

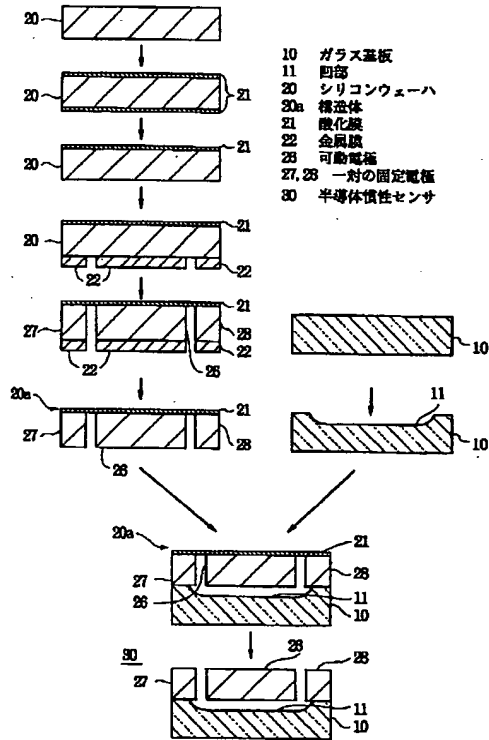
\* 27, 28 一对の固定電極

29 枠体

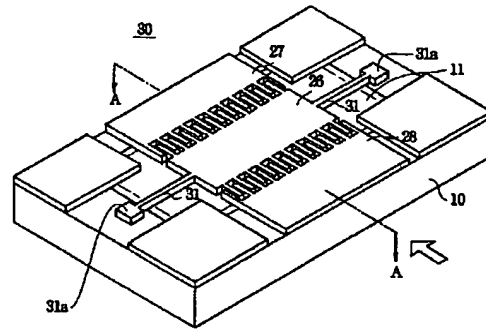
30, 40, 50, 60, 70, 80 半導体慣性センサ

\*

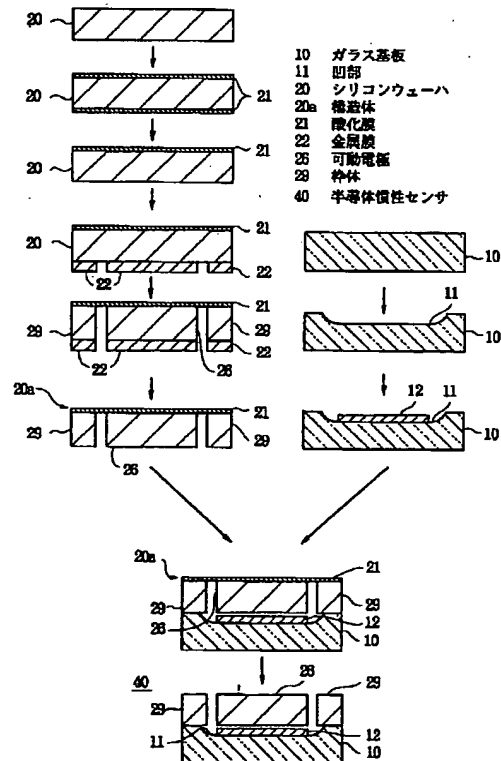
【図1】



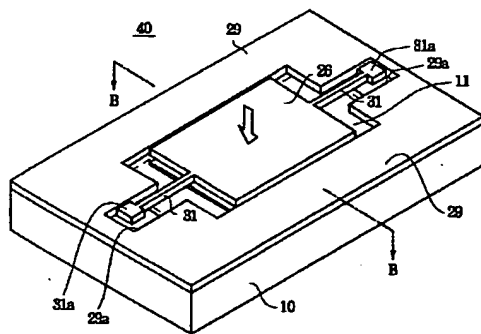
【図2】



【図4】

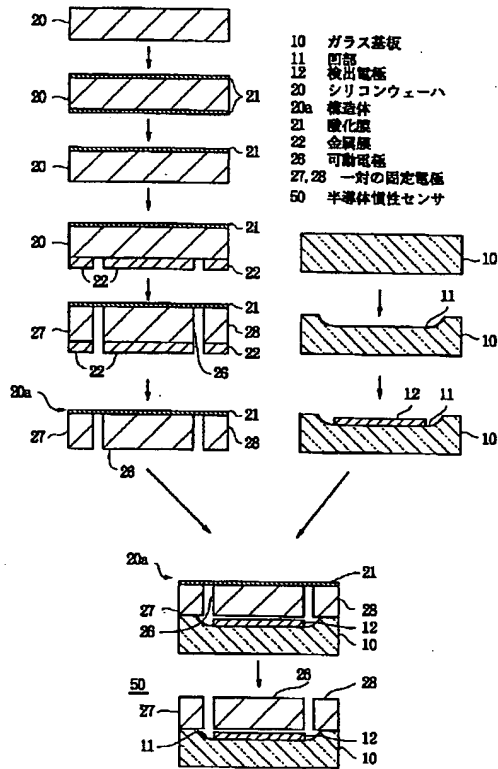


【図3】

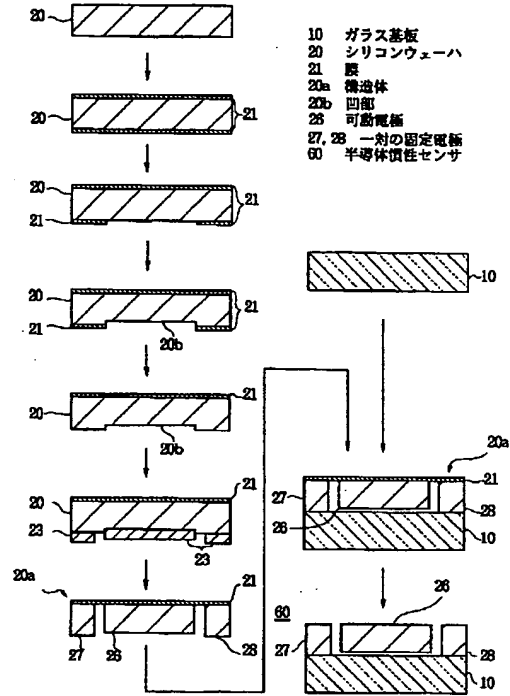




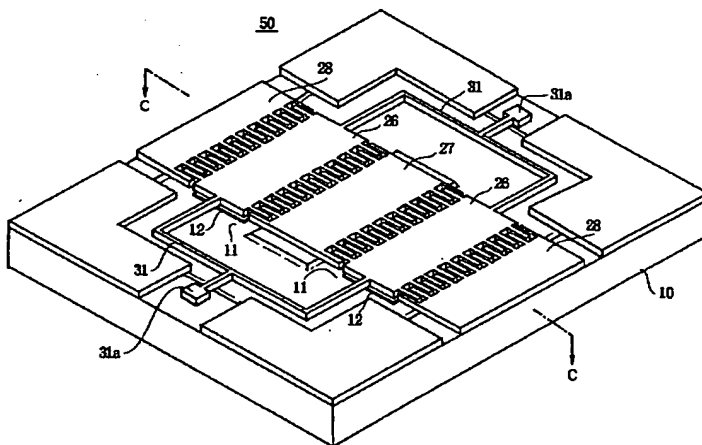
【図5】



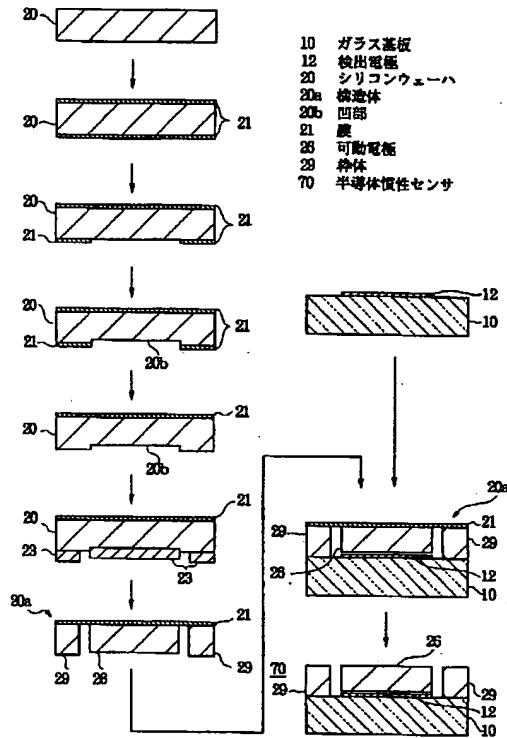
【図7】



【図6】



【図8】



【図9】

